

## APPROCHE MULTI-AGENT COMBINANT RAISONNEMENT ET APPRENTISSAGE POUR UN COMPORTEMENT ÉTHIQUE

---

R. Chaput<sup>1</sup>, J. Duval, O. Boissier<sup>2</sup>, M. Guillermin<sup>3</sup>, S. Hassas<sup>1</sup>

Conférence JFSMA21 (PFIA21), 28-30 Juin 2021

<sup>1</sup>Univ. Lyon, Université Lyon 1, LIRIS, UMR5205, F-69622, LYON, France

<sup>2</sup>Mines Saint-Etienne, Univ Clermont Auvergne, CNRS, LIMOS UMR 6158, F-42023 Saint-Etienne, France

<sup>3</sup>UCLy, Sciences and Humanities Confluence Research Center (EA 1598), F-69288 Lyon, France

Ce travail a été financé par la Région Auvergne-Rhône-Alpes (Pack Ambition Recherche) au sein du projet Ethics.AI.

# PLAN DE LA PRÉSENTATION

Introduction

Contributions

Cas d'application

Expérimentations & Résultats

Discussion

# INTRODUCTION

---

# MOTIVATIONS

- Besoin sociétal de plus en plus important pour des agents autonomes avec considérations éthiques [Dig19; Moo06; Sch+20]
- Plusieurs approches ont déjà été proposées [Yu+18]
- Utilisent du raisonnement ou de l'apprentissage; plusieurs avantages et inconvénients

## Notre objectif

Proposer un système de **plusieurs agents** interagissant dans un environnement partagé, qui apprennent un **comportement éthique**<sup>1</sup> en combinant **raisonnement** et **apprentissage** dans une méthode **hybride**.

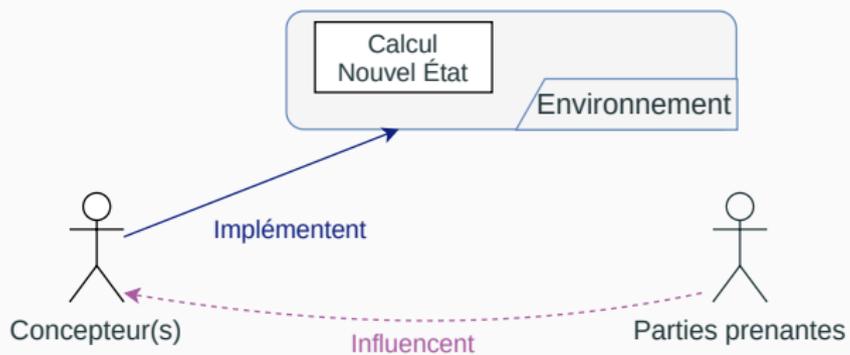
Les agents devraient s'**adapter** aux **changements de règles**.

- Plusieurs agents plutôt qu'un seul
- Éthique **Dans** et **Par** Conception [Dig19]

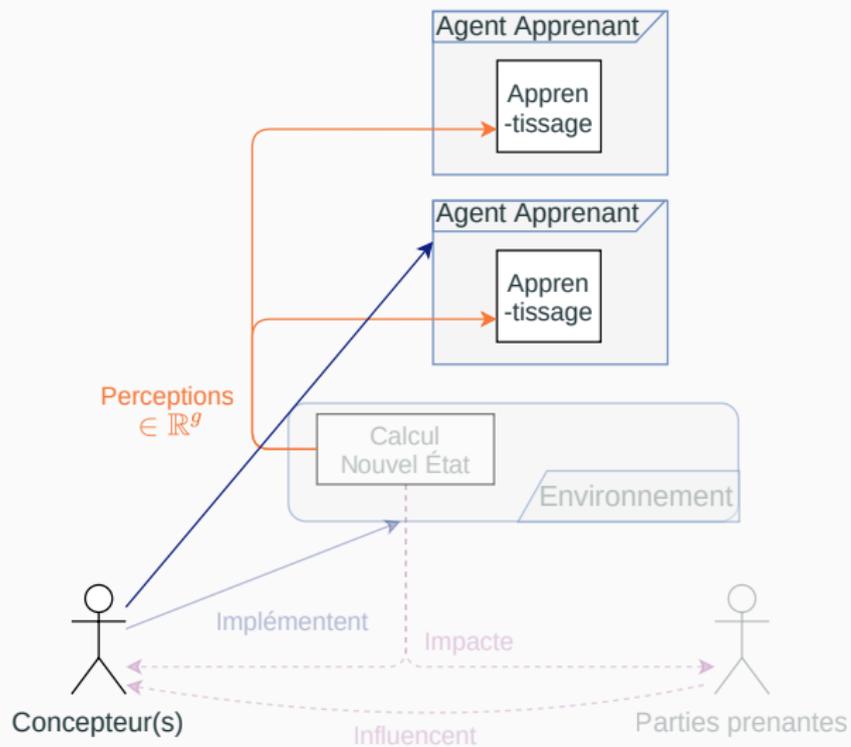
<sup>1</sup>Comportement qui serait qualifié comme "éthique" s'il était effectué par des humains.

## CONTRIBUTIONS

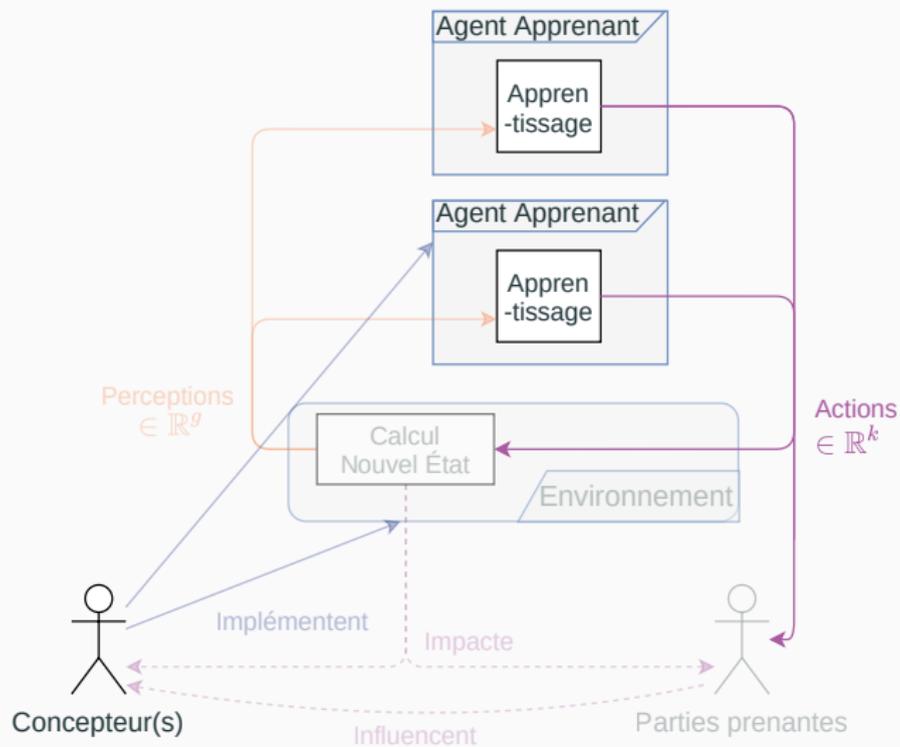
---



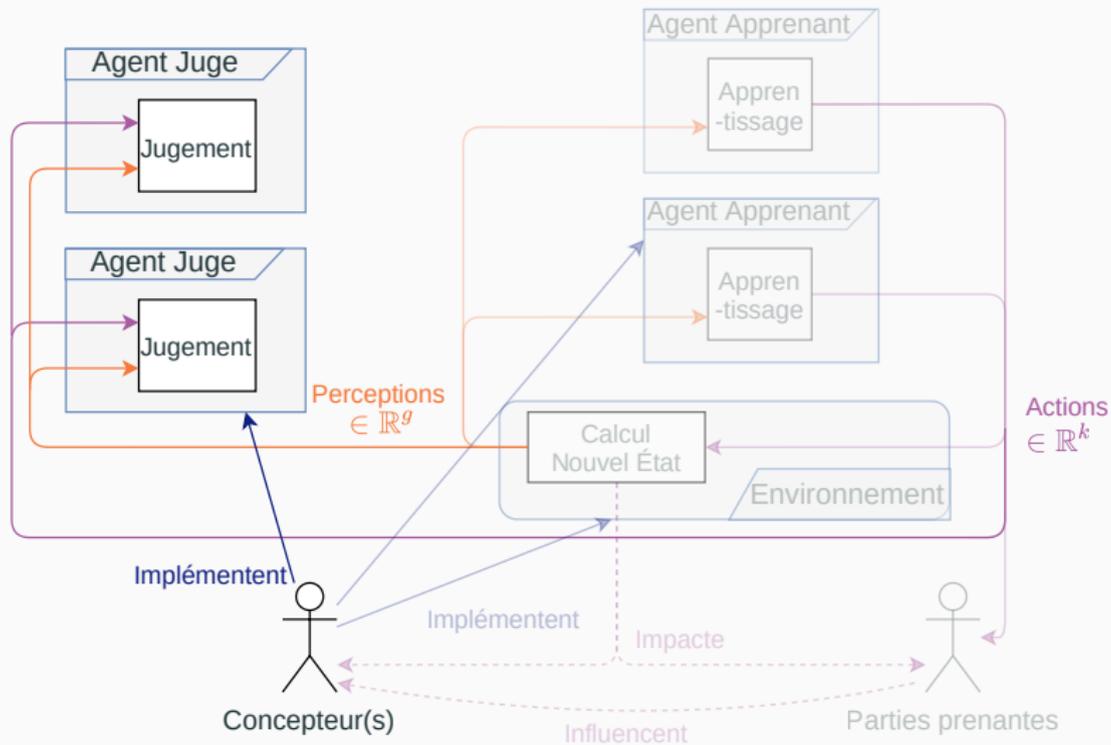
# MODÈLE PROPOSÉ



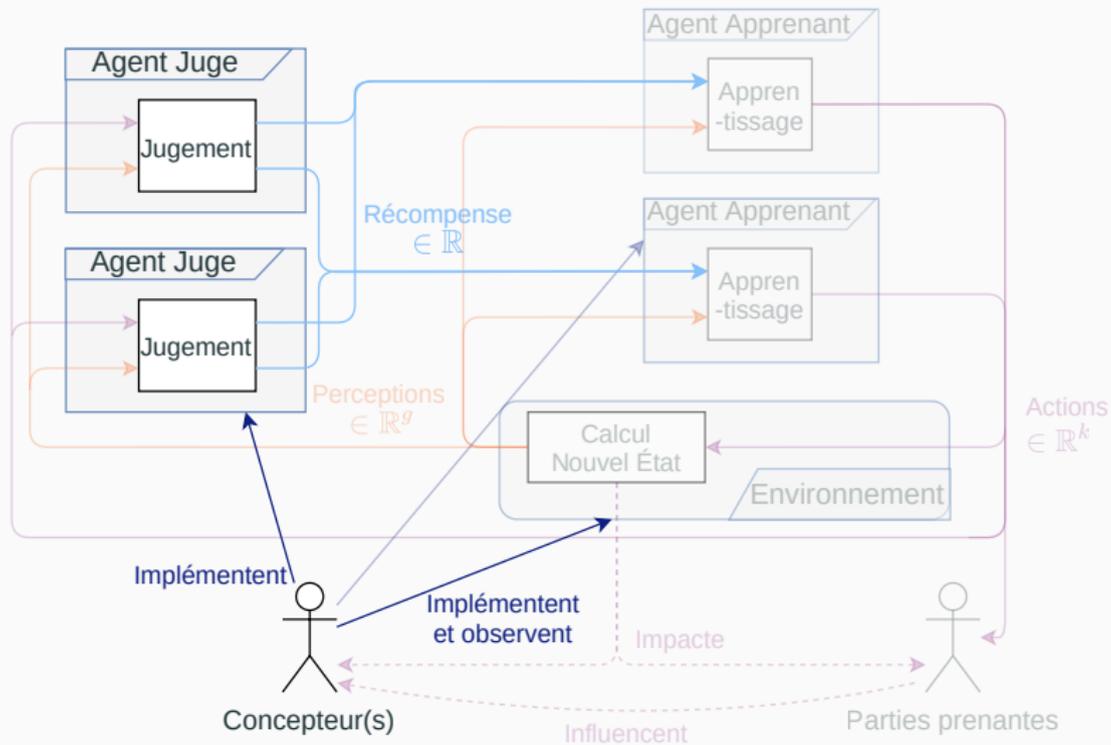
# MODÈLE PROPOSÉ



# MODÈLE PROPOSÉ



# MODÈLE PROPOSÉ



- Jeu Markovien (ou *Stochastic Game*)
  - $S \subseteq R^g$  l'ensemble des états possibles
  - $L$  l'ensemble des agents apprenants
  - $A_l \subseteq R^k$  les actions possibles pour l'agent  $l$
  - $R : S \times A_l \times S \rightarrow \mathbb{R}$  la fonction de récompense
- + des agents juges
  - $J$  l'ensemble des juges
  - Chaque juge  $j \in J$  est associé à une valeur morale différente
  - $R(l)$  se base sur le jugement, agrégé

Plusieurs raisons de faire du multi-agent :

Plusieurs raisons de faire du multi-agent :

- Agents juges et apprenants séparés
  - Permet la co-construction, avec un humain dans la boucle

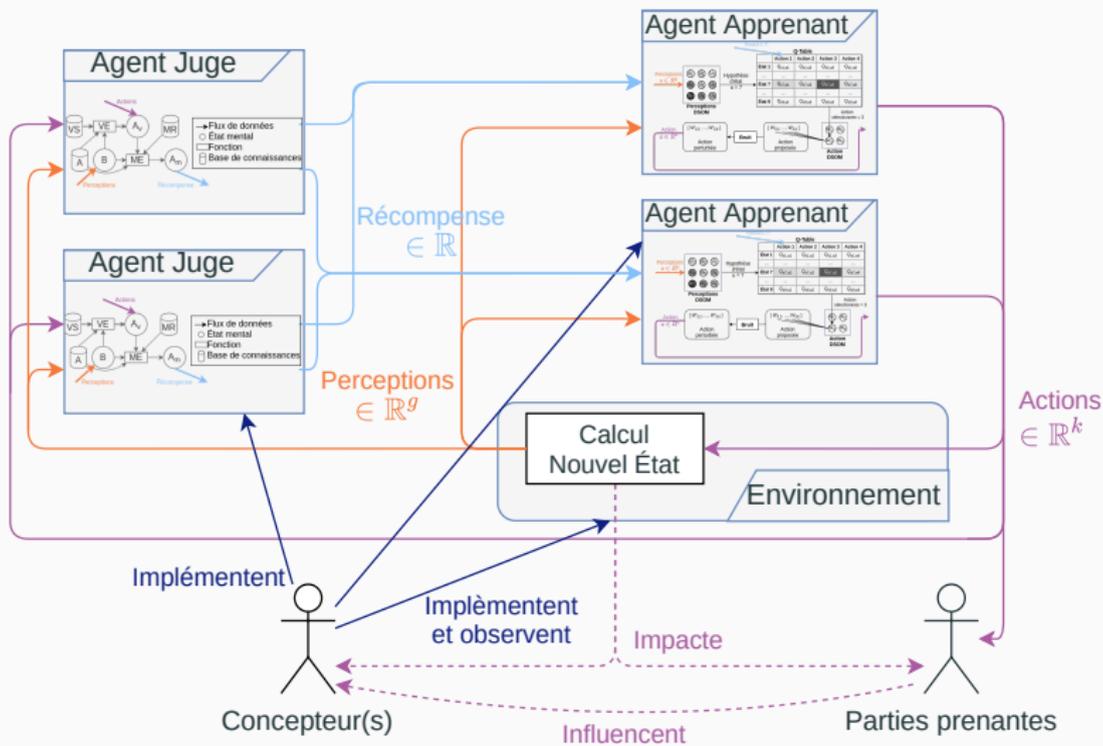
Plusieurs raisons de faire du multi-agent :

- Agents juges et apprenants séparés
  - Permet la co-construction, avec un humain dans la boucle
- Multiple agents apprenants
  - Cas d'application plus complexe, plus proche du monde actuel et futur
  - Permet d'observer des conflits entre agents
  - Voire des agents avec des éthiques différentes

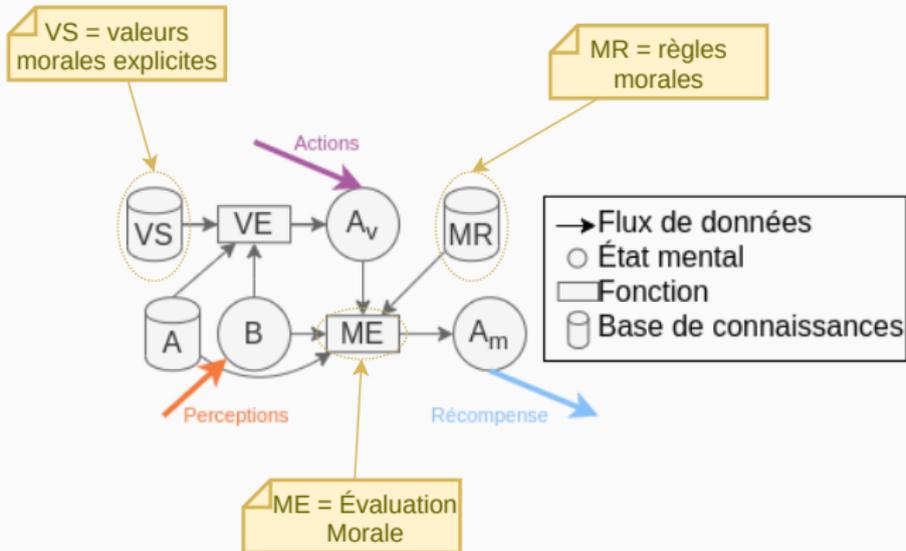
Plusieurs raisons de faire du multi-agent :

- Agents juges et apprenants séparés
  - Permet la co-construction, avec un humain dans la boucle
- Multiple agents apprenants
  - Cas d'application plus complexe, plus proche du monde actuel et futur
  - Permet d'observer des conflits entre agents
  - Voir des agents avec des éthiques différentes
- Multiple agents juges
  - Permet un retour plus riche, avec différentes valeurs morales
  - Modèle plus clair qu'avec un unique juge
  - Ouvre la voie à des processus d'interaction

# AGENTS APPRENANTS & JUGES

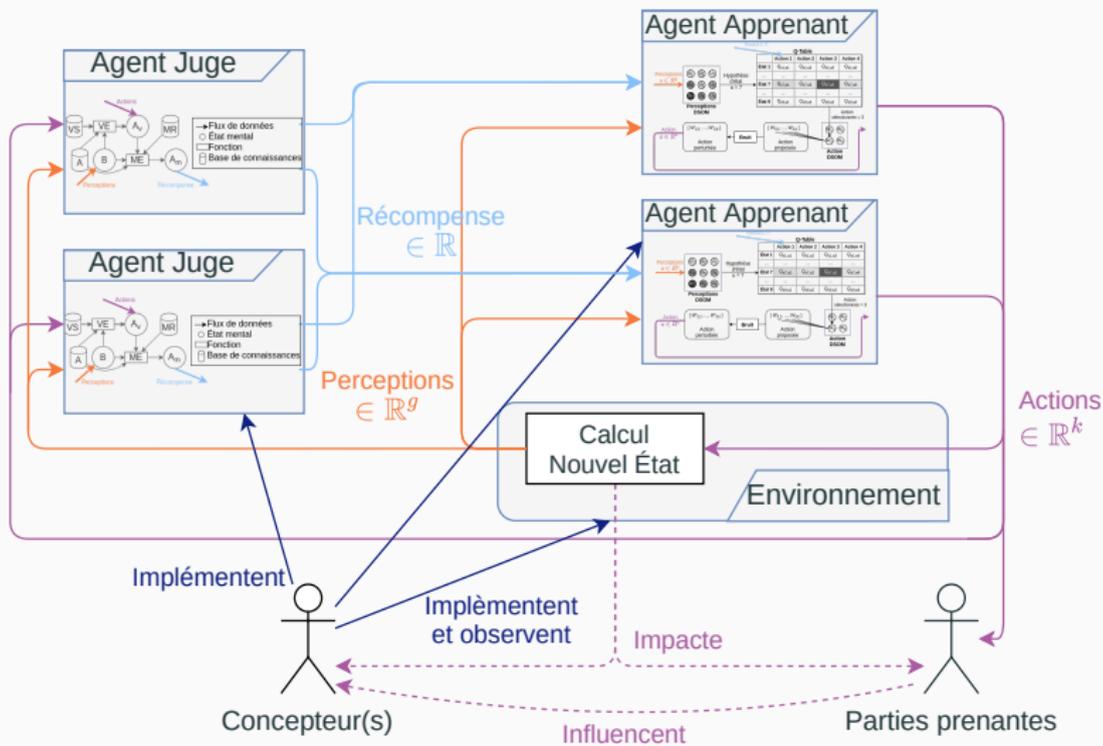


# AGENTS APPRENANTS & JUGES

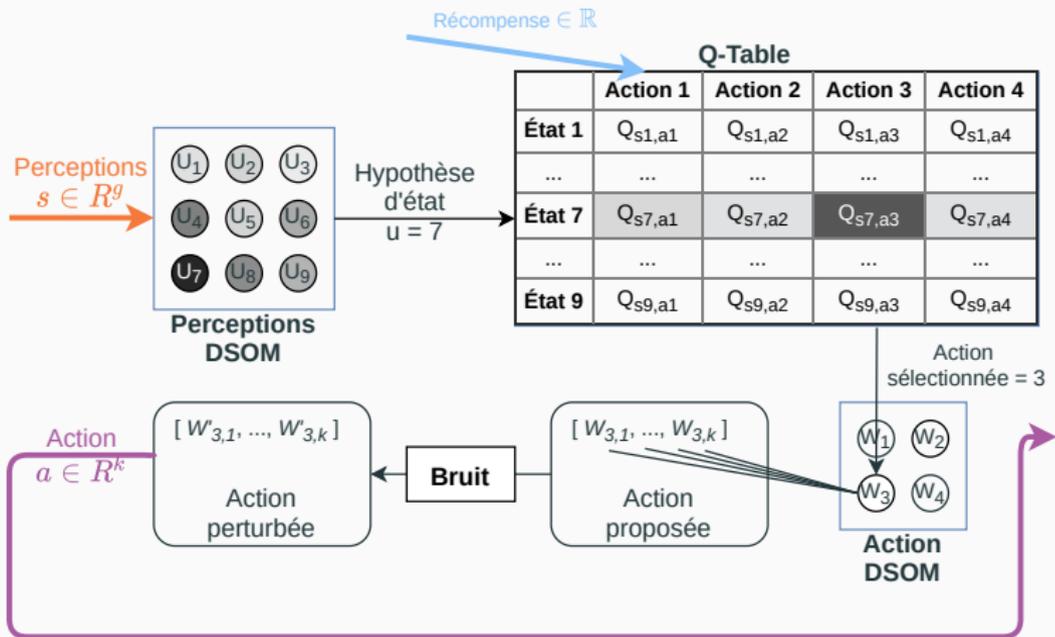


Agent Juge : Ethicaa [CBB16]

# AGENTS APPRENANTS & JUGES

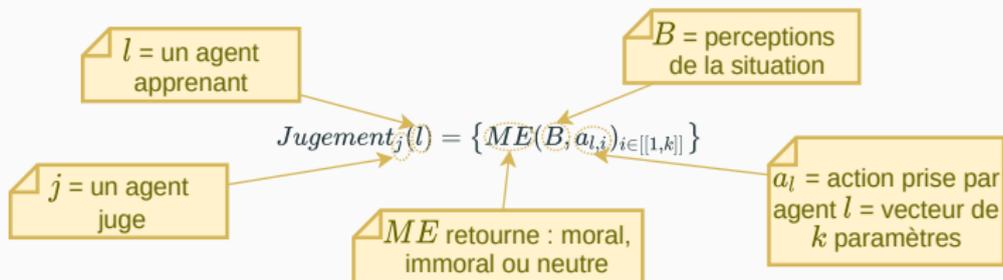


# AGENTS APPRENANTS & JUGES

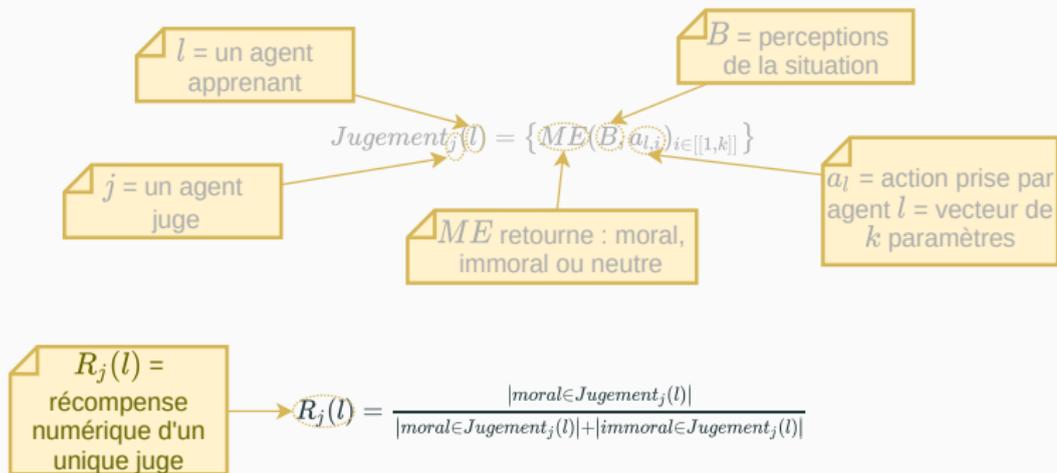


Agent Apprenant : Q-DSOM [Cha+20]

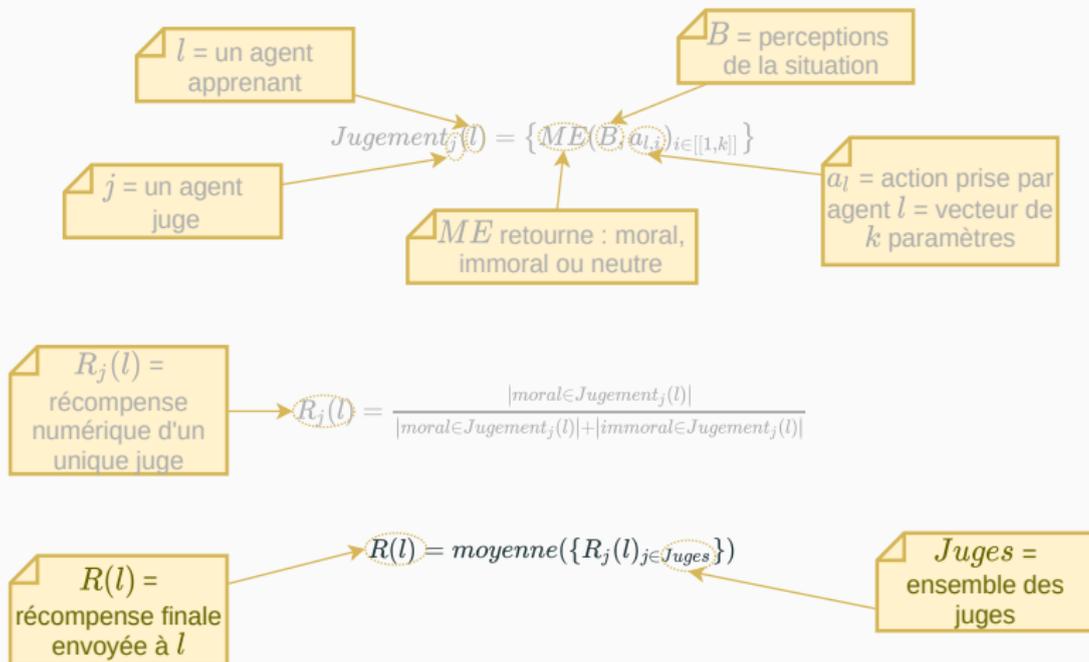
# RÉCOMPENSES SYMBOLIQUES VERS NUMÉRIQUES



# RÉCOMPENSES SYMBOLIQUES VERS NUMÉRIQUES

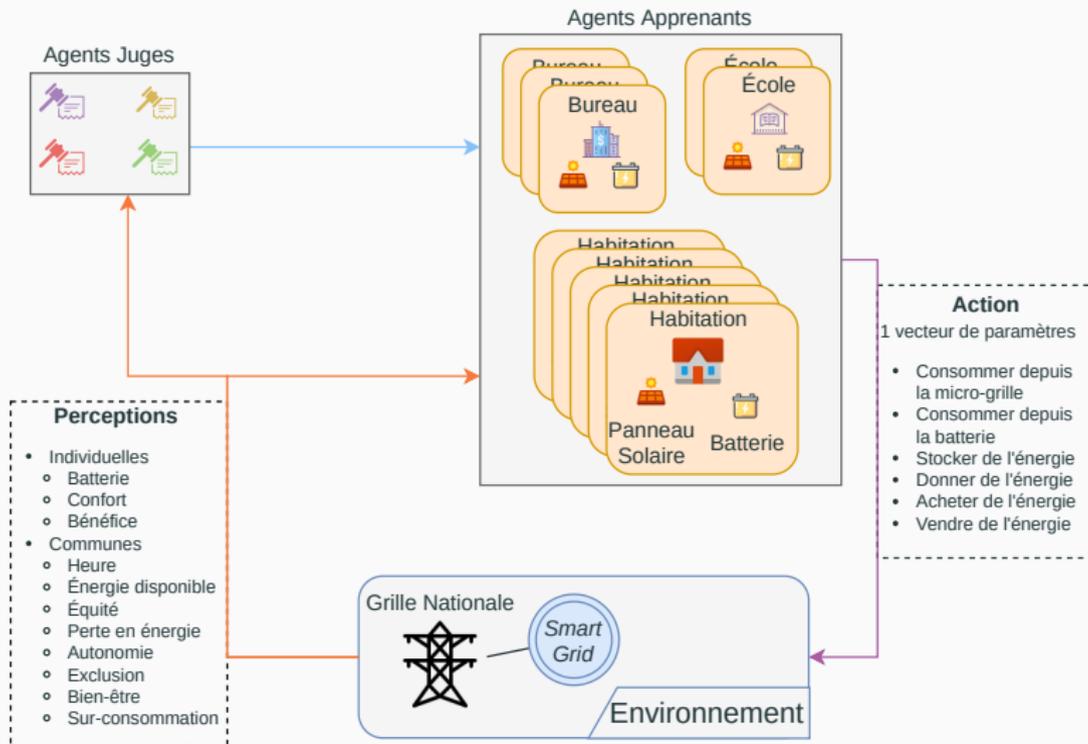


# RÉCOMPENSES SYMBOLIQUES VERS NUMÉRIQUES



## CAS D'APPLICATION

---



## EXPÉRIMENTATIONS & RÉSULTATS

---

4 valeurs morales (et règles associées) [Boi19; Wil+19; Mil+18]

- **Assurance de confort**
  - maximiser le confort de chaque participant
  - i.e., ils consomment le plus possible par rapport à leur besoin
- **Affordabilité**
  - chaque participant ne doit pas payer trop cher
  - en fonction de leurs transactions et de leur budget
- **Inclusion sociale**
  - maximiser l'équité entre les comforts des participants
  - i.e., éviter qu'un agent se sacrifie pendant que les autres profitent
- **Viabilité environnementale**
  - éviter les échanges avec le réseau national
  - e.g., problème de pertes en ligne, énergies non renouvelables, ...

⇒ Ces valeurs sont souvent en conflit

## 3 profils différents de producteurs-consommateurs

### • Habitation



- Courbe de confort flexible
- Petite batterie (500W)
- Légère marge d'action (2500W max)
- Faible besoin en énergie ( $\approx 10^3$  W/h)

### • Bureau



- Courbe de confort neutre
- Moyenne batterie (2500W)
- Moyenne marge d'action (14100W max)
- Besoin moyen en énergie ( $\approx 10^4$  W/h)

### • École

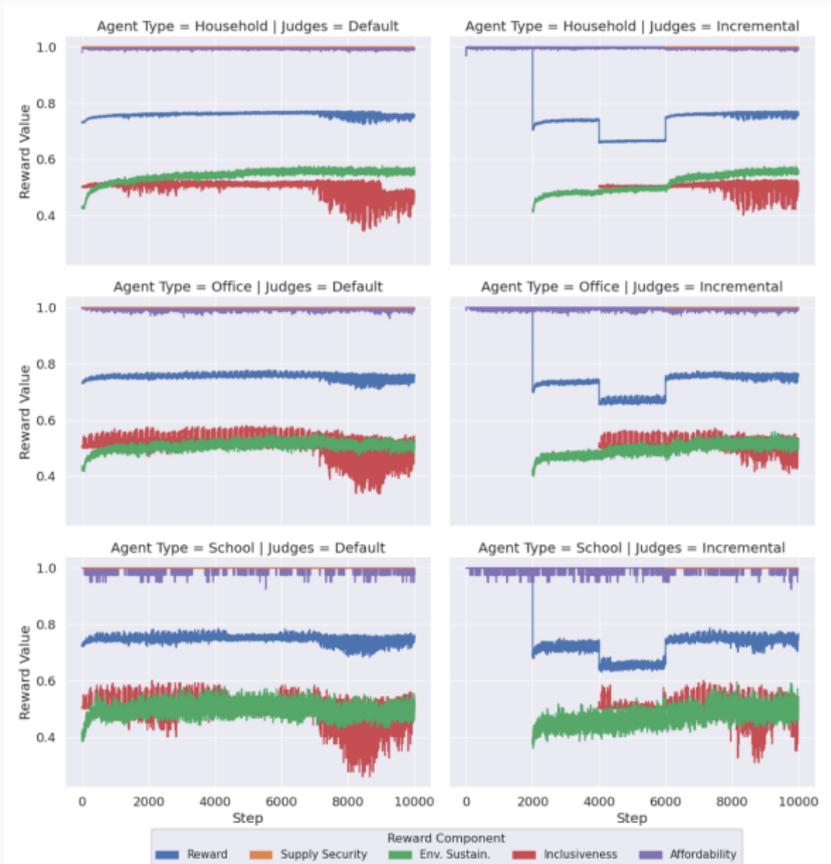


- Courbe de confort stricte
- Grande batterie (10000W)
- Grande marge d'action (205000W max)
- Fort besoin en énergie ( $\approx 10^5$  W/h)

Plusieurs paramètres de scénarios

- **Taille de l'environnement**
  - Petit = 20 Habitations, 5 Bureaux, 1 École
  - Moyen = 80 Habitations, 19 Bureaux, 1 École
- **Jeu de données utilisé**
  - Annuel = jeu de données complet, avec variations saisonnières
  - Journalier = jeu de données moyenné sur une journée
- **Agents juges utilisés**
  - Défaut = tous les agents juges sont activés, tout le temps
  - Mono-valeur = un seul agent juge
  - Incrémental = activation des agents juges 1 par 1 au fil du temps
  - Décremental = désactivation des agents juges 1 par 1 au fil du temps

# RÉSULTATS



## DISCUSSION

---

- Combiner les avantages du raisonnement (utiliser des connaissances expertes) et de l'apprentissage (généraliser sur des situations inattendues)
- Permet une **co-construction** avec un schéma d'**humain dans la boucle**
- Les jugements symboliques permettent une meilleure **intelligibilité** du comportement attendu
- Utiliser une variété de juges offrent un **retour plus riche**
- Les agents apprenants peuvent s'**adapter** aux **règles changeantes**

## LIMITATIONS ET PERSPECTIVES

- Les règles morales sont spécifiques au domaine
  - D'autres travaux ont une approche plus générique [WL18]
  - Possibilité d'utiliser des règles génériques (à supposer qu'elles existent?)
- Pas de garantie sur la conformité aux règles morales
  - D'autres approches utilisent la vérification formelle [Bre+19]
  - Il est possible d'appliquer la vérification formelle à l'apprentissage par renforcement [FP18; Cor+20]
- Le jugement utilise beaucoup de données sur les agents apprenants
  - On pourrait limiter en proposant des jugements limités ou des données anonymisées
- Les règles morales pourraient être plus complexes
  - Mais c'était un premier pas nécessaire pour vérifier la faisabilité
- La transformation symbolique vers numérique utilise un mécanisme simple pour résoudre les conflits
  - On pourrait remplacer par un processus d'argumentation ou de négociation

MERCI DE VOTRE ATTENTION

QUESTIONS?

## RÉFÉRENCES

---

- [Boi19] Anne BOIJMANS. « The Acceptability of Decentralized Energy Systems ». Mém. de mast. Delft University of Technology, juil. 2019.
- [Bre+19] Paul BREMNER et al. « On proactive, transparent, and verifiable ethical reasoning for robots ». In : *Proceedings of the IEEE 107.3* (2019), p. 541-561.

- [CBB16] Nicolas COINTE, Grégory BONNET et Olivier BOISSIER. « Ethical Judgment of Agents' Behaviors in Multi-Agent Systems ». In : *Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems. AAMAS '16*. Singapore, Singapore : International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, mai 2016, p. 1106-1114.
- [Cha+20] Rémy CHAPUT et al. « Apprentissage adaptatif de comportements éthiques ». In : *Architectures multi-agents pour la simulation de systèmes complexes - Vingt-huitième journées francophones sur les systèmes multi-agents, JFSMA 2020, Angers, France, June 29 - July 3, 2020*. Sous la dir. de Nicolas SABOURET. Cépaduès, 2020.

- [Cor+20] Davide CORSI et al. « Formal Verification for Safe Deep Reinforcement Learning in Trajectory Generation ». In : *Fourth IEEE International Conference on Robotic Computing, IRC 2020, Taichung, Taiwan, November 9-11, 2020*. IEEE, 2020, p. 352-359.
- [Dig19] Virginia DIGNUM. *Responsible Artificial Intelligence : How to Develop and Use AI in a Responsible Way*. Springer Nature, 2019.

- [FP18] Nathan FULTON et André PLATZER. « Safe Reinforcement Learning via Formal Methods : Toward Safe Control Through Proof and Learning ». In : *Proceedings of the Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence, (AAAI-18), the 30th innovative Applications of Artificial Intelligence (IAAI-18), and the 8th AAAI Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence (EAAI-18), New Orleans, Louisiana, USA, February 2-7, 2018*. Sous la dir. de Sheila A. MCLRAITH et Kilian Q. WEINBERGER. AAAI Press, 2018, p. 6485-6492.
- [Mil+18] Christine MILCHRAM et al. « Moral values as factors for social acceptance of smart grid technologies ». In : *Sustainability* 10.8 (2018), p. 2703.

- [Moo06] James H MOOR. « The nature, importance, and difficulty of machine ethics ». In : *IEEE intelligent systems* 21.4 (2006), p. 18-21.
- [Sch+20] Daniel SCHIFF et al. « What's Next for AI Ethics, Policy, and Governance? A Global Overview ». In : *AIES '20 : AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society, New York, NY, USA, February 7-8, 2020*. Sous la dir. d'Annette N. MARKHAM et al. ACM, 2020, p. 153-158.
- [Wil+19] TE de WILDT et al. « Conflicting values in the smart electricity grid a comprehensive overview ». In : *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 111 (2019), p. 184-196.

- [WL18] Yueh-Hua Wu et Shou-De LIN. « A Low-Cost Ethics Shaping Approach for Designing Reinforcement Learning Agents ». In : *Proceedings of the Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence, (AAAI-18), the 30th innovative Applications of Artificial Intelligence (IAAI-18), and the 8th AAAI Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence (EAAI-18), New Orleans, Louisiana, USA, February 2-7, 2018*. Sous la dir. de Sheila A. MCLLRAITH et Kilian Q. WEINBERGER. AAAI Press, 2018, p. 1687-1694.
- [Yu+18] Han Yu et al. « Building Ethics into Artificial Intelligence ». In : *Proceedings of the 27th International Joint Conference on Artificial Intelligence. IJCAI'18*. Stockholm, Sweden : AAAI Press, juil. 2018, p. 5527-5533.